編 者 的 話

1935 年, 愛因斯坦與 Boris Podolsky 和 Nathan Rosen 提出了著名的 EPR 悖論。他們指出, 量子力學預測了遠距離粒子之間存在一種奇異的關聯性 (後來薛丁格稱之為「量子糾纏」)。如果量子力學是完備的, 這將意味著資訊的超光速傳遞, 即「鬼魅般的超距作用」。愛因斯坦認為這違反了物理學的基本原則, 並推斷量子力學是一個不完備的理論, 背後一定存在某種「隱藏變數」來決定粒子的性質。波爾反駁 EPR 悖論, 指出量子測量的交互作用使得古典因果律不再適用, 強調「互補原理」與量測過程的不可分性。

1964 年, John Bell 受到 EPR 論文的啟發, 將愛因斯坦的哲學爭論轉化為一個可以進行實驗驗證的數學不等式, 即貝爾不等式。貝爾證明, 任何符合「局域實存論 (local realism)」(即: 無超距作用且存在隱藏變數) 的理論, 其測量結果的關聯性都有一個統計學上限, 而量子力學的預測則會違反這個上限。

1970 年代和 1980 年代, 物理學家進行了一系列實驗來檢驗貝爾不等式。所有這些實驗結果都一致表明, 貝爾不等式被違反了, 證實了量子力學的預測是正確的。實驗結果表明, 愛因斯坦所堅持的「局域實存論」假設是錯誤的。自然界要麼是「非局域的」(允許超距作用), 要麼是「非實存的」(粒子的性質在測量前是不確定的), 或者兩者皆是。謝南瑞教授細說這些歷史。

「圓」應如何定義? 數學定義並非一成不變, 而是經歷歸納與探索的產物。蕭文強教授透過歷史脈絡, 說明數學概念的形成是漫長的過程。但數學定義往往被視為天授之真理, 學生被動接受, 缺乏探究與理解, 影響後續學習。蕭教授強調數學定義不僅是背誦材料, 而且是理解數學本質與推理的基礎。教師在教學中需平衡嚴謹與易懂, 適時使用非正式語言或「草率」表達以利理解, 但又不可誤導學生。教學應兼顧歷史脈絡、哲學思考與學生認知發展; 教師需具備深厚數學素養與教學策略, 善用科技。

林琦焜教授將 Γ-函數視為「三位一體」: 積分、極限、無窮乘積三種定義彼此等價。他陳述 Euler、Gauss、Legendre、Weierstrass、Dirichlet、Cauchy、Fourier 的不同觀點, 闡釋它們如何交織出完整的特殊函數理論。他強調餘元公式不僅是技術結果, 更揭示了分析學、代數、幾何三大領域的深刻聯繫。

2023年, 兩位美國高中女生 Jackson 與 Johnson 在美國數學學會發表《An Impossible Proof of Pythagoras》; 媒體大幅報導, 說她們完成了兩千多年來數學家未做到的事。這種誤解源自 Elisha Loomis 在 1928 年的著作, 其中聲稱「沒有三角學的畢氏定理證明」。但事實上, 從 19 世紀到 21 世紀已有多種三角學證明, Jackson-Johnson 的成果並非首創。冼鏡光教授做了歷史回顧, 澄清事實。

數學傳播電子版網址:

https://www.math.sinica.edu.tw/mathmedia

梁惠禎
2025 年 12 月

數學傳播 196 第四十九卷 第四期

目錄

機率學者看量子力學 (五) .... 謝南瑞 3

名不正, 則言不順 ——
數學學習中的數學名詞及其定義 .... 蕭文強 17

Euler 餘元公式之隨想 .... 林琦焜 27

畢氏定理的三角學證明: I
一個傳了近百年的錯誤說法和近來的發展 ... 冼鏡光 56

離散世界中的可積之美 —— 從可積系統看幾何
與算法的交響 ... 伍靜蕊 · 李春霞 · 孫建青 · 胡星標 73

譜定理的一個有趣應用: 超立方體圖的 Dirichlet 問題
.... 林開亮 · 邵美悅 94

給定一股求本原畢氏三元數的簡易方法............ 張進安 105

利用 gradient descent 方法來求近似迴歸直線
與近似迴歸方程式........................ 李灃全 114

一道數學所入學測驗中的積分號取極限的問題
.... 呂治鴻 · 黃靖雯 125

美麗的星形線................................ 薛黨鵬 132

談談西摩松定理及其推廣的極座標證明............ 于志洪 139

橢圓的切線與法線引出的高次曲線 .... 陳　都 147